

Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-151774

(P 2002-151774A)

(43) 公開日 平成14年5月24日 (2002. 5. 24)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 S	3/109	H 0 1 S	3/109 2K002
A 6 1 B	18/20	G 0 2 F	1/37 4C026
A 6 1 F	9/007	H 0 1 S	3/094 S 5F072
G 0 2 F	1/37	A 6 1 B	17/36 3 5 0
H 0 1 S	3/094	A 6 1 F	9/00 5 0 1
審査請求 未請求 請求項の数 8		O L	(全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-248714 (P2001-248714)

(22) 出願日 平成13年8月20日 (2001. 8. 20)

(31) 優先権主張番号 特願2000-269883 (P2000-269883)

(32) 優先日 平成12年9月1日 (2000. 9. 1)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000135184
株式会社ニデック
愛知県蒲郡市栄町7番9号

(72) 発明者 高田 康利
愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14 株式会
社ニデック拾石工場内

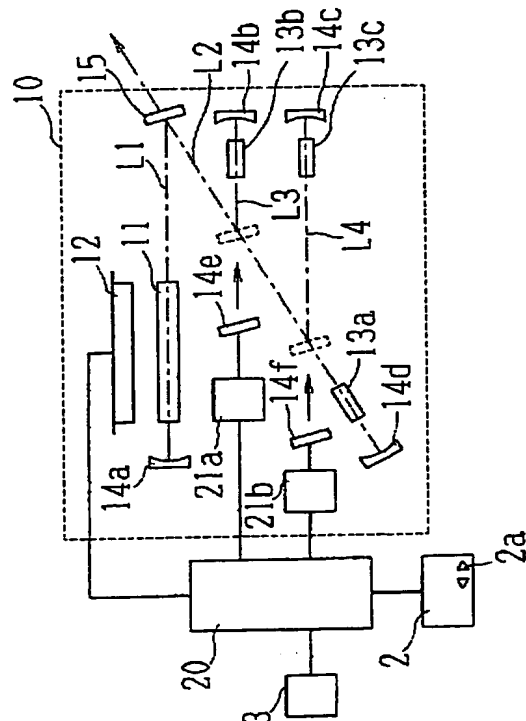
F ターム (参考) 2K002 AA04 AB12 BA03 CA02 HA20
4C026 AA01 AA03 BB07 FF02
5F072 AB02 JJ20 KK01 KK06 KK08
KK12 MM12 PP07 QQ02 YY01

(54) 【発明の名称】 レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 波長切換え時のアライメント精度の確保を容易にしつつ、効率良く複数の異なる波長のレーザ光を出射可能なレーザ装置を提供する。

【解決手段】 複数の異なる波長のレーザ光を出射可能なレーザ装置において、励起光源と、励起光源からの光によって複数のピーク波長を放出する固体レーザ媒質と、固体レーザ媒質より放出されるピーク波長の内の第1ピーク波長の第二高調波を第1レーザ光として発振するための第1共振光学系と、第1共振光学系に配置された固体レーザ媒質と第1波長変換素子との間の光路に挿脱される可動反射ミラーと、可動反射ミラーの光路の挿入によって第1共振光学系における固体レーザ媒質側の共振光路を共用すると共に、固体レーザ媒質より放出される第1ピーク波長とは異なる第2ピーク波長の第二高調波を第2レーザ光として発振するための第2共振光学系とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の異なる波長のレーザー光を出射可能なレーザー装置において、励起光源と、該励起光源からの光によって複数のピーク波長を放出する固体レーザー媒質と、該固体レーザー媒質より放出されるピーク波長の内の第 1 ピーク波長を共振させるとともに、その第 1 ピーク波長の第二高調波を第 1 レーザ光として発振するための第 1 波長変換素子を持つ第 1 共振光学系と、該第 1 共振光学系に配置された前記固体レーザー媒質と第 1 波長変換素子との間の光路に挿脱される可動反射ミラーと、該可動反射ミラーの光路への挿入によって前記第 1 共振光学系における前記固体レーザー媒質側の共振光路を共用すると共に、固体レーザー媒質より放出される前記第 1 ピーク波長とは異なる第 2 ピーク波長の第二高調波を第 2 レーザ光として発振するための第 2 波長変換素子を持つ第 2 共振光学系と、を有することを特徴とするレーザー装置。

【請求項 2】 請求項 1 のレーザー装置において、前記第 2 共振光学系と共用される第 1 共振光学系の光路には、前記第 1 及び第 2 ピーク波長を反射すると共に前記第 1 レーザ光及び第 2 レーザ光の波長を透過する特性を持つ出力ミラーを配置したことを特徴とするレーザー装置。

【請求項 3】 請求項 2 のレーザー装置において、前記固体レーザー媒質は Nd : YAG の結晶を使用することを特徴とするレーザー装置。

【請求項 4】 複数の異なる波長のレーザー光を出射可能なレーザー装置において、励起光源と、該励起光源からの光によって複数のピーク波長を放出する固体レーザー媒質と、該固体レーザー媒質より放出されるピーク波長の内の第 1 ピーク波長を共振させる一対の共振ミラーを持つと共に、その第 1 ピーク波長の第二高調波を第 1 レーザ光として発振するための第 1 波長変換素子を持つ第 1 共振光学系と、前記固体レーザー媒質と第 1 波長変換素子との間の光路にて第 1 の位置と第 2 の位置とに切換え可能に置かれる可動反射ミラーであって、第 1 の位置に切換えられたときに前記第 1 共振光学系を構成する可動反射ミラーと、前記第 1 共振光学系の前記固体レーザー媒質側の共振光路を共用すると共に、前記可動反射ミラーが第 2 の位置に切換えられたときにその反射方向に専用の共振光路が形成された第 2 共振光学系であって、該専用光路には前記固体レーザー媒質より放出される前記第 1 ピーク波長とは異なる第 2 ピーク波長を共振する共振ミラーと前記第 2 ピーク波長の第二高調波を第 2 レーザ光として発振するための第 2 波長変換素子とが配置された第 2 共振光学系と、を備えることを特徴とするレーザー装置。

【請求項 5】 請求項 4 のレーザー装置において、前記可動反射ミラーは前記固体レーザー媒質の共振光軸方向に移動されることにより、前記第 1 の位置と第 2 の位置とに切換えられる可動反射ミラーであり、該移動により位置が切換えられる前記駆動反射ミラーの反射方向に前記第 1 及び第 2 共振光学系の専用光路がそれぞれ設けられて

いることを特徴とするレーザー装置。

【請求項 6】 請求項 4 のレーザー装置において、前記可動反射ミラーは前記固体レーザー媒質の共振光軸と直交する軸の軸回りに回転することにより、前記第 1 の位置と第 2 の位置とに切換えられる可動反射ミラーであり、該回転により位置が切換えられる前記駆動反射ミラーの反射方向に前記第 1 及び第 2 共振光学系の専用光路がそれぞれ設けられていることを特徴とするレーザー装置。

【請求項 7】 請求項 4 のレーザー装置において、前記可動反射ミラーは前記第 1 共振光学系の共振光路に挿脱されることにより、前記第 1 の位置と第 2 の位置とに切換えられる可動反射ミラーであり、前記第 1 共振光学系の共振光路から外されたときに前記第 1 共振光学系が構成され、前記第 1 共振光学系の共振光路に可動反射ミラーが挿入されたときに、その反射方向に前記第 2 共振光学系の専用光路が形成されていることを特徴とするレーザー装置。

【請求項 8】 請求項 4～7 の何れかのレーザー装置において、前記固体レーザー媒質と前記駆動反射ミラーとの間の光路には、前記第 1 及び第 2 ピーク波長を反射すると共に前記第 1 レーザ光及び第 2 レーザ光の波長を透過する特性を持つ出力ミラーを配置したことを特徴とするレーザー装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の波長のレーザー光を選択、発振することができるレーザー装置に関する。

【0002】

【従来技術】 複数の異なる波長のレーザー光を出射可能なレーザー装置としては、レーザー光の波長が可変なアルゴン・ダイレーザーやマルチウェイブレングスのクリプトンレーザーなどが知られている。これらは、患部や治療目的によって適する波長が異なる眼科手術等の医療分野など、様々な分野で使用されている。例えば、眼科手術においては、可視域を中心に波長（色）の違いによって異なる疾患（患部）の治療を行っており、疾患（患部）によっては赤と緑などの異なる波長（色）を同時に又は切換えて使用する場合もあるため、1 台の装置で複数の異なる波長を出射できるのは都合がよい。ところで、前述した波長可変のレーザー治療装置は気体又はダイレーザーであり、レーザーチューブが短寿命であること、多大な電力を必要とすること、装置が大型化することなど問題が多いため、固体レーザーによる多波長発振可能なレーザー装置が研究されている。そのような背景の中、従来はプリズムやグレーティング等の波長選択素子を共振器内に挿入して、波長選択を行う方法が提案されている。また、特開平 10-65238 に開示されるように出力ミラーを共振光軸上で切換えることにより、複数のレーザー光を出射させるものもある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前者のプリズム等の挿入によって波長の選択を行う場合、共振器内の損失が比較的大きくなり、励起光からレーザー光への変換効率が低くなる。さらにまた、プリズム自体及びその配置位置等に高い精度が要求される。また、後者の出力ミラーを切替える方法において、第二高調波を発振させて多波長のレーザー光を得るレーザー装置の場合、第二高調波を得るための非線型結晶や出力ミラー等、入れ替えを必要とする光学部品の数が多くなり、共振時における各光学部品のアライメント精度の確保が難しいといった問題もある。

【0004】本発明は、上記問題点を鑑み、波長切換え時のアライメント精度の確保を容易にしつつ、効率良く複数の異なる波長のレーザー光を出射可能なレーザー装置を提供することを技術課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

【0006】(1) 複数の異なる波長のレーザー光を出射可能なレーザー装置において、励起光源と、該励起光源からの光によって複数のピーク波長を放出する固体レーザー媒質と、該固体レーザー媒質より放出されるピーク波長の内の第1ピーク波長を共振させるとともに、その第1ピーク波長の第二高調波を第1レーザー光として発振するための第1波長変換素子を持つ第1共振光学系と、該第1共振光学系に配置された前記固体レーザー媒質と第1波長変換素子との間の光路に挿脱される可動反射ミラーと、該可動反射ミラーの光路への挿入によって前記第1共振光学系における前記固体レーザー媒質側の共振光路を共用すると共に、固体レーザー媒質より放出される前記第1ピーク波長とは異なる第2ピーク波長の第二高調波を第2レーザー光として発振するための第2波長変換素子を持つ第2共振光学系と、を有することを特徴とする。

(2) (1)のレーザー装置において、前記第2共振光学系と共用される第1共振光学系の光路には、前記第1及び第2ピーク波長を反射すると共に前記第1レーザー光及び第2レーザー光の波長を透過する特性を持つ出力ミラーを配置したことを特徴とする。

(3) (2)のレーザー装置において、前記固体レーザー媒質はNd:YAGの結晶を使用することを特徴とする。

(4) 複数の異なる波長のレーザー光を出射可能なレーザー装置において、励起光源と、該励起光源からの光によって複数のピーク波長を放出する固体レーザー媒質と、該固体レーザー媒質より放出されるピーク波長の内の第1ピーク波長を共振させる一対の共振ミラーを持つと共に、その第1ピーク波長の第二高調波を第1レーザー光として発振するための第1波長変換素子を持つ第1共振光学系

と、前記固体レーザー媒質と第1波長変換素子との間の光路にて第1の位置と第2の位置とに切換え可能に置かれる可動反射ミラーであって、第1の位置に切換えられたときに前記第1共振光学系を構成する可動反射ミラーと、前記第1共振光学系の前記固体レーザー媒質側の共振光路を共用すると共に、前記可動反射ミラーが第2の位置に切換えられたときにその反射方向に専用の共振光路が形成された第2共振光学系であって、該専用光路には前記固体レーザー媒質より放出される前記第1ピーク波長とは異なる第2ピーク波長を共振する共振ミラーと前記第2ピーク波長の第二高調波を第2レーザー光として発振するための第2波長変換素子とが配置された第2共振光学系と、を備えることを特徴とする。

(5) (4)のレーザー装置において、前記可動反射ミラーは前記固体レーザー媒質の共振光軸方向に移動されることにより、前記第1の位置と第2の位置とに切換えられる可動反射ミラーであり、該移動により位置が切換えられる前記駆動反射ミラーの反射方向に前記第1及び第2共振光学系の専用光路がそれぞれ設けられていることを特徴とする。

(6) (4)のレーザー装置において、前記可動反射ミラーは前記固体レーザー媒質の共振光軸と直交する軸の軸回りに回転することにより、前記第1の位置と第2の位置とに切換えられる可動反射ミラーであり、該回転により位置が切換えらる前記駆動反射ミラーの反射方向に前記第1及び第2共振光学系の専用光路がそれぞれ設けられていることを特徴とする。

(7) (4)のレーザー装置において、前記可動反射ミラーは前記第1共振光学系の共振光路に挿脱されることにより、前記第1の位置と第2の位置とに切換えられる可動反射ミラーであり、前記第1共振光学系の共振光路から外されたときに前記第1共振光学系が構成され、前記第1共振光学系の共振光路に可動反射ミラーが挿入されたときに、その反射方向に前記第2共振光学系の専用光路が形成されていることを特徴とする。

(8) (4)～(7)の何れかのレーザー装置において、前記固体レーザー媒質と前記駆動反射ミラーとの間の光路には、前記第1及び第2ピーク波長を反射すると共に前記第1レーザー光及び第2レーザー光の波長を透過する特性を持つ出力ミラーを配置したことを特徴とする。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。図1はスリットランプを使用する眼科用レーザー光凝固装置の外観図である。図2は装置の光学系及び制御系概略図である。

【0008】1はレーザー装置本体であり、後述するレーザー発振器10、レーザー光を患者眼の患部に導光して照射するための導光光学系の一部、制御部20等が収納されている。2は装置のコントロール部であり、レーザー光の波長を選択する波長選択スイッチ2aやレーザー照射条件

を設定入力するための各種スイッチが設けられている。3はレーザ照射のトリガ信号を発信するためのフットスイッチである。

【0009】4はスリットランプであり、患者眼を観察するための観察光学系と導光光学系の一部とが備えられている。5は本体1からのレーザ光をスリットランプ4に導光するためのファイバである。6はスリットランプ4を上下動するための架台である。

【0010】図2において、10はレーザ発振器であり、内部には固体レーザ媒質であるNd:YAG結晶（以下、単にロッドともいう）11、励起光源である半導体レーザ（以下、単にLD（Laser Diode）ともいう）12、波長変換器である非線形結晶（以下、単にNLC（Non Linear Crystal）ともいう）13a~13c、全反射ミラー（以下、単にHR（High Reflector）ともいう）14a~14f、出力ミラー15が備えられている。なお、非線形結晶としては、KTP結晶、LBO結晶、BBO結晶等が使用可能であり、本実施形態ではKTP結晶を使用している。

【0011】Nd:YAG結晶は励起光源からの励起光により、近赤外域の複数の発振線（ピーク波長）を持つ光を放出する。そこで、本実施形態の装置では、複数の発振線の内で出力が高い、約1064nm、約1123nm、約1319nmの3つの発振線における第二高調波を、非線形結晶を利用して発生させることにより、約532nm（緑）、約561nm（黄）、及び約659nm（赤）の3色のレーザ光を出射させる。

【0012】ロッド11が配置される光軸L1の光路の一端にはHR14aが設けられ、他端には出力ミラー15が所定角度だけ傾けて設けられている。HR14aは1064nm~1319nmの波長に対して全反射の特性を持つものであるが、これに限るものではなく、1064nm、1123nm、1319nmの波長を含んだ赤外域の波長を広く反射するような特性を持つものであってもかまわない。出力ミラー15は1064nm~1319nmの波長を全反射するとともに、532nm~659nmを透過する特性を持つ。出力ミラー15の反射方向の光軸L2上には、NLC13aとHR14dが固定されて設けられている。NLC13aは1319nmの波長に対して、その第二高調波である659nmの波長を発生させるように配置されている。HR14dは1319nm及び659nmに対して全反射の特性を持つ。すなわち、659nmのレーザ光を発振するためのHR14dには、659nmを全反射すると共に、Nd:YAG結晶の発振線の内、1319nmを全反射し、それよりゲインの高い波長の反射ロスが大きくなる反射特性を持たせれば良い。

【0013】このような光学配置により、ロッド11を挟んで光軸L1のHR14aと光軸L2上のHR14dが対向する一対の共振器構造を持つ第1の共振光学系が

構成され、NLC13aによって発生される第二高調波の659nmをロッド11にて阻害されることなく、出力ミラー15より出射することが可能である。

【0014】光軸L2上の出力ミラー15とNLC13aとの間には、HR14eが挿脱可能に配置される。HR14eは1064nm及び532nmに対して全反射の特性を持つ。HR14eの反射方向の光軸L3上には、NLC13bとHR14bが固定的に設けられている。NLC13bは1064nmの波長に対して、その第二高調波である532nmの波長を発生させるように配置されている。HR14bは14eと同じく1064nm及び532nmに対して全反射の特性を持つ。すなわち、532nmのレーザ光を発振するためのHR14bには、少なくとも532nm及び1064nmを全反射する特性を持つ。

【0015】このような光学配置により、HR14eが光軸L2上に挿入された時には、第1の共振光学系のHR14a、ロッド11、出力ミラー15を共用し、HR14aとHR14bとがロッド11を挟んで一対の共振器となる第2の共振光学系が構成される。

【0016】光軸L2上でHR14eが挿脱される位置とNLC13aとの間には、HR14fが挿脱可能に配置される。HR14fは1123nm及び561nmに対して全反射の特性を持つ。HR14fの反射方向の光軸L4上には、NLC13cとHR14cが固定的に設けられている。NLC13cは1123nmの波長に対して、その第二高調波である561nmを発生するように配置されている。HR14cはHR14fと同じく1123nm及び561nmに対して全反射の特性を持つ。すなわち、561nmのレーザ光を発振するためのHR14c（HR14f）には、561nmを全反射すると共に、Nd:YAG結晶の発振線のうち、1123nmを全反射し、それよりゲインの高い波長の反射ロスを大きくする反射特性を持たせれば良い。

【0017】このような光学配置により、HR14fが光軸L2上に挿入された時には、第1の共振光学系のHR14a、ロッド11、出力ミラー15を共用し、HR14aとHR14cとがロッド11を挟んで一対の共振器となる第3の共振光学系が構成される。

【0018】図2において、20はコントロール部2やフットスイッチ3からの信号に基づいて装置各部を制御する制御部、21a、21bはモータ等からなる駆動装置であり、駆動装置21aは光軸L2上にHR14eを、駆動装置21bは光軸L2上にHR14fをそれぞれ挿脱させる。

【0019】以上のような構成を備えるため、共振器構造を有する各共振光学系の変更を行う時にはHR14e、14fを挿脱すればよく、その他の光学部材を移動等する必要がない。このため、光学部材の移動によるアライメントずれを最小限に抑えることができる。また、

このような構成の場合、各共振器間の長さを自由に設計できるため、効率のよい発振が可能な光学系の配置（共振器間の長さ）を、各共振器毎にて簡単に設定できる。

【0020】なお、図2においては駆動装置21a及び21bによるHR14e及びHR14fの挿脱を、それぞれ光軸L3、L4方向に移動するように描いたが、これは図2の紙面に直交する方向に移動するようにすることが好ましい。この場合には、HR14e、HR14fの移動位置の精度に影響されずに、アライメント精度を確保することが可能となる。

【0021】次に、以上の構成に基づき、複数の異なる波長のレーザ光を出射させる方法について説明する。

【0022】＜659nmのレーザ光の出射方法＞術者は波長選択スイッチ2aにより、手術に使用するレーザ光の色（波長）を赤色（659nm）とする。赤色の選択時には、HR14e及びHR14fは光軸L2の外に置かれる。レーザ光の出射制御はフットスイッチ3を使用して、制御部20に出射のトリガ信号を与えることによって行われる。

【0023】トリガ信号を受けると制御部20は、LD12に電流を印可し、LD12によってロッド11を励起する。なお、ロッド11であるNd:YAG結晶の両端面には、1064nm、1123nm、1319nmに対して透過性を高めるようにAR（Anti Reflective）コーティングが施されている。

【0024】ロッド11が励起されると、HR14aとHR14dとの間では1319nmの光が共振され、さらに光軸L2上に配置されたNLC13aによって第2高調波である659nmの光に波長変換される。得られた659nmのレーザ光は、出力ミラー15を透過し、ファイバ5へ導光される。そして、スリットランプ4の照射口から患者眼に向けて照射される。

【0025】＜532nmのレーザ光の出射方法＞術者は波長選択スイッチ2aにより、手術に使用するレーザ光の色（波長）を緑色（532nm）とする。制御部20は駆動装置21aを駆動させ、HR14eを光軸L2上に位置させる（図3参照）。また、制御部20はフットスイッチ3からのトリガ信号によってLD12に電流を印可させ、ロッド11を励起させる。

【0026】ロッド11が励起されると、HR14aとHR14bとの間では1064nmの光が共振され、さらに光軸L3上に配置されたNLC13bによって第2高調波である532nmの光に波長変換される。得られた532nmのレーザ光は、出力ミラー15を透過し、ファイバ5へ導光される。そして、スリットランプ4の照射口から患者眼に向けて照射される。

【0027】＜561nmのレーザ光の出射方法＞術者は波長選択スイッチ2aにより、手術に使用するレーザ光の色（波長）を黄色（561nm）とする。制御部20は駆動装置21bを駆動させ、HR14fを光軸L2

上に位置させる（このとき、前回の出射で532nmの波長が選択されている場合には、HR14eを光軸L2上から退避させておく）。また、制御部20はフットスイッチ3からのトリガ信号によってLD12に電流を印可させ、ロッド11を励起させる。

【0028】ロッド11が励起されると、HR14aとHR14cとの間では1123nmの光が共振され、さらに光軸L4上に配置されたNLC13cによって第2高調波である561nmの光に波長変換される。得られた561nmのレーザ光は、出力ミラー15を透過し、ファイバ5へ導光される。そして、スリットランプ4の照射口から患者眼に向けて照射される。

【0029】以上のように、659nm（赤）、532nm（緑）、561nm（黄）の異なる波長のレーザ光が得られる。ここで、659nmのレーザ光を発振するためのHR14dの反射特性において、Nd:YAG結晶の発振線の内、1319nmよりゲインの高い1123nm以下の短波長側の発振線については50%以下の反射率とするのが好ましい。さらに1064nmの発振線については20%以下の反射率とするのが好ましい。

【0030】同様に、561nmのレーザ光を発振するためのHR14c（HR14f）の反射特性において、Nd:YAG結晶の発振線の内、1123nmよりゲインの高い1115.9nm以下の短波長側の発振線については50%以下の反射率とするのが好ましい。さらに1064nmの発振線については20%以下の反射率とするのが好ましい。なお、1123nmに対してNd:YAG結晶の発振線の内1115.9nmが波長的に近い場合、HR14cの反射特性で反射率の差を設けることが容易でない場合は、図4に示すようにエクロン等の波長選択素子30をNLC13cとHR14fとの間に配置し、1123nmを選択的に取り出し可能に構成すれば良い。

【0031】以上説明した実施形態では全反射ミラー（HR14e、HR14f）を第1の共振光学系の光路に挿入することにより、第2及び第3の共振光学系を構成するようにしているが、これに限るものではなく、図5及び図6に示す変容も可能である。

【0032】まず、図5の変容例を説明する。図1及び図4で示した符号と同符号を付してあるものは同機能を有しているものであり、説明は省略する。

【0033】14gはHR14aと同じ反射特性を持つ全反射ミラー（HR）であり、軸L2上に所定の角度をもって配置されている。また、HR14gは駆動量を検知することのできる駆動手段（例えばパルスモータ等）にて構成される駆動装置21cによって軸L2上を移動することができるようになっている。このため、HR14gを軸L3、L4、L5と軸L2との交点にその反射面をそれぞれ位置させることにより、異なる波長のレーザ光を出力させるための共振光学系をそれぞれ構成する

ことができる。すなわち、HR 14 g の反射面が軸 L 2 と軸 L 5 との交点位置に位置したときには、HR 14 a と HR 14 d とによりロッド 11 等を挟んで位置する一対の共振ミラーとなる共振光学系が構成され、659 nm のレーザ光が得られる。HR 14 g の反射面が軸 L 2 と軸 L 4 との交点位置に位置したときには、561 nm を得る共振光学系が構成される。HR 14 g の反射面が軸 L 2 と軸 L 3 との交点位置に位置したときには、532 nm を得る共振光学系が構成される。軸 L 2 の反射方向にある軸 L 3, L 4, L 5 の光路が、それぞれ専用の共振光路とされる。

【0034】また、図 5 に示す光学系においては、軸 L 3, L 4, L 5 はともに平行になるように設定（配置）されている。従って HR 14 g を使用して各波長における共振器を各々組む場合、HR 14 g の設置角度を変えることなく軸 L 2 上を軸に沿って移動するだけでよい。このためアライメント精度の確保は軸上の移動のみに気をつければよく、アライメント精度の確保が容易となる。

【0035】なお、22 a、22 b は HR 14 g の移動限界を検知するとともに HR 14 g の移動基準となる位置を決定するためのリミットセンサである。共振器を形成するために HR 14 g の位置を駆動制御する場合、制御部 20 はレーザ装置の電源投入時に駆動装置 21 c を使用して HR 14 g をリミットセンサ 22 a（又は 22 b）にて検知される位置まで一旦移動させた後、その位置を基準位置として、選択されているレーザ光の波長が出力される位置（軸 L 2 と軸 L 3～5 との交点）まで予め決定されている駆動量だけ HR 14 g を移動させる。

【0036】また、さらにレーザ光の出射効率を良くしたい場合には、前述したように選択されているレーザ光の波長が出力される位置まで HR 14 g を移動させた後、出力ミラー 15 の出力側に設けられた図示なきセンサにて、レーザ光の出力の検出を行う。次に、HR 14 g を軸 L 2 に沿って前後に微動させ、センサにてレーザ光の出力が最も高く検出されるような位置に HR 14 g を移動させる。これにより、さらに効率の良いレーザ光の出射が可能となる。また、レーザ光の出力を検出するセンサは従来からレーザ装置の出力検出のために装置内に設けられているセンサを使用すればよい。

【0037】図 6 は 1 つの全反射ミラーの角度位置の切換えで、3 つの異なる波長のレーザ光を出射させるための光学系を示したものである。ここで前述の実施形態で示した符号と同符号を付してあるものは同機能を有しているものであり、説明は省略する。

【0038】14 h は HR 14 a と同じ反射特性を持つ全反射ミラー（HR）、21 d は駆動量を検知することのできる駆動手段（例えばパルスモータ等）にて構成される駆動装置であり、軸 L 2 に直交する軸（点 A を通り紙面に垂直な軸）の軸回りに HR 14 h を回転駆動させ

ることができる。駆動装置 21 d の駆動量の制御は制御部 20 によって行われる。図 6 において各軸 L 3, L 4, L 5 は軸 L 2 上の交点 A にてすべて交わるように設定されており、この交点 A の位置に HR 14 h の反射面が位置している。HR 14 g の反射面の角度位置が切換えられたとき、その反射方向に位置する軸 L 3, L 4, L 5 の光路が、それぞれ専用の共振光路とされる。

【0039】各波長のレーザ光を出射させるための共振光学系を各々形成するために、HR 14 h の位置を駆動制御する場合、制御部 20 はレーザ装置の電源投入時に駆動装置 21 d を使用して HR 14 g を所定の角度位置に戻した後、その位置を基準角度位置として、選択されているレーザ光の波長を出力するために必要とされる角度位置まで HR 14 h を回転駆動させる。すなわち、HR 14 h の反射面の角度位置を切換え、軸 L 2 の反射方向が軸 L 5 と一致するようにしたときには、HR 14 a と HR 14 d とがロッド 11 等を挟んで一対の共振器となる共振光学系が構成され、659 nm のレーザ光が得られる。軸 L 2 の反射方向が軸 L 4 と一致するようにしたときには、561 nm を得る共振光学系が構成される。軸 L 2 の反射方向が軸 L 3 と一致するようにしたときには、532 nm を得る共振光学系が構成される。なお、所定の角度位置（基準角度位置）に HR 14 h を合わせるには、前述したリミットセンサ等を使用し、HR 14 h の角度位置を検知すればよい。

【0040】また、さらにレーザ光の出射効率を良くしたい場合には、前述したようにレーザ光の出力を検出するセンサを使用して、レーザ光の出力が最も高く検出されるような位置角度に HR 14 h を微調整し合わせればよい。

【0041】以上説明した実施形態では、3 波長を選択、出射するものとしているが、これに限るものではなく、2 波長、4 波長等の複数の波長を選択、出射することができる。また、HR 14 a と HR 14 b、HR 14 a と HR 14 c、HR 14 a と HR 14 d で構成される各共振光学系は、それぞれ波長毎に適した光学配置の長さに設定すればよい。

【0042】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、波長選択時に駆動させる光学部材を最小限に抑えたため、アライメントずれが抑制される。また、共振器の中にプリズム等を配置する必要がないため、レーザ光の出射効率が高い。さらに、波長毎に適した共振器間の光学配置の長さを各々設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施形態で使用する眼科用レーザ光凝固装置の外観を示す図である。

【図 2】光学系と制御系を示す図である。

【図 3】異なる波長を出射させるために光学系の位置を変更させた時の概略図である。

11

【図4】光軸上に波長選択素子を設けた場合の光学系を示す図である。

【図5】本実施形態の変容例を示す図である。

【図6】本実施形態の変容例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 レーザ装置本体
- 2 コントロール部
- 3 フットスイッチ

4 スリットランプ

10 レーザ発振器

11 ロッド

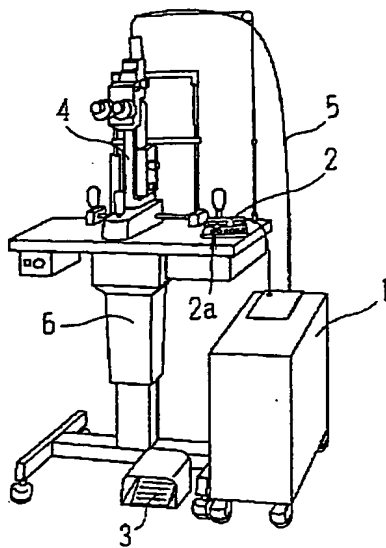
12 半導体レーザ

13a～13c 非線型結晶

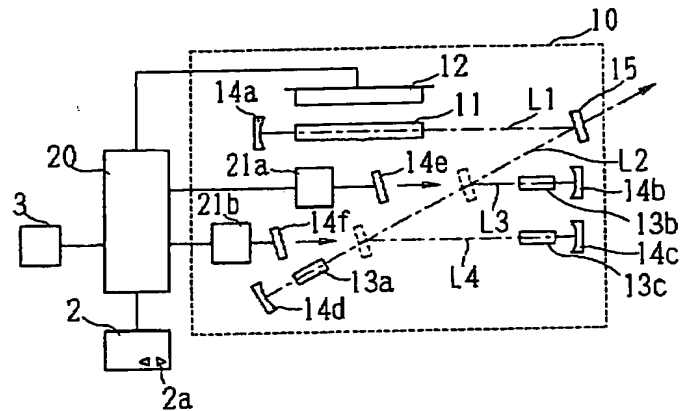
14a～14f 全反射ミラー

15 出力ミラー

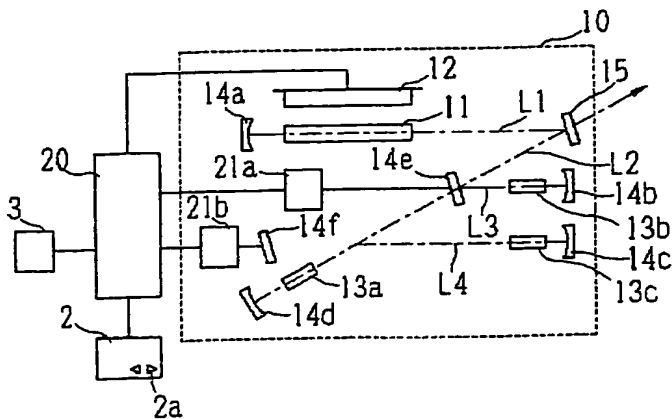
【図1】



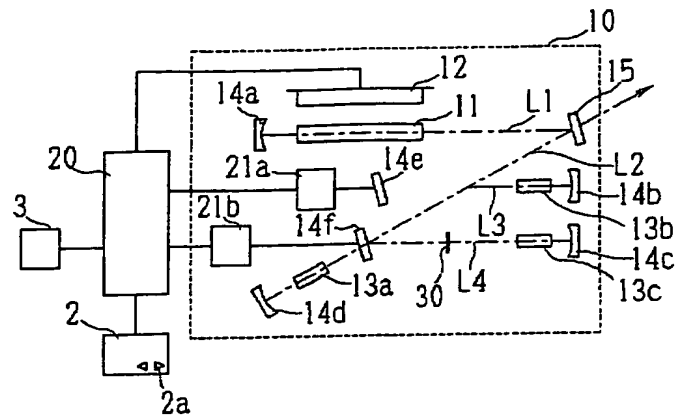
【図2】



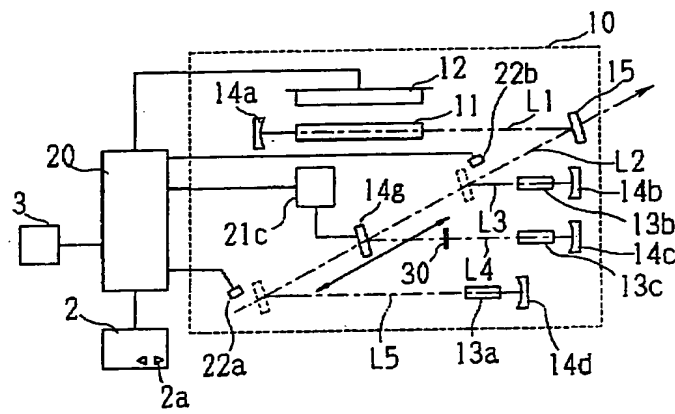
【図3】



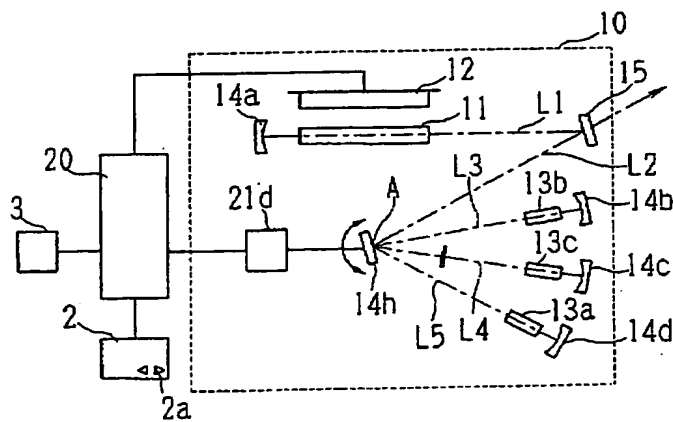
【図 4】



【図 5】



【図 6】



(9)

特開 2002-151774

フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

識別記号

F I
A 6 1 F 9/00

テーマコード(参考)

5 0 2
5 1 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-151774
 (43)Date of publication of application : 24.05.2002

51)Int.Cl.

H01S 3/109
 A61B 18/20
 A61F 9/007
 G02F 1/37
 H01S 3/094

21)Application number : 2001-248714

(71)Applicant : NIDEK CO LTD

22)Date of filing : 20.08.2001

(72)Inventor : TAKADA YASUTOSHI

30)Priority

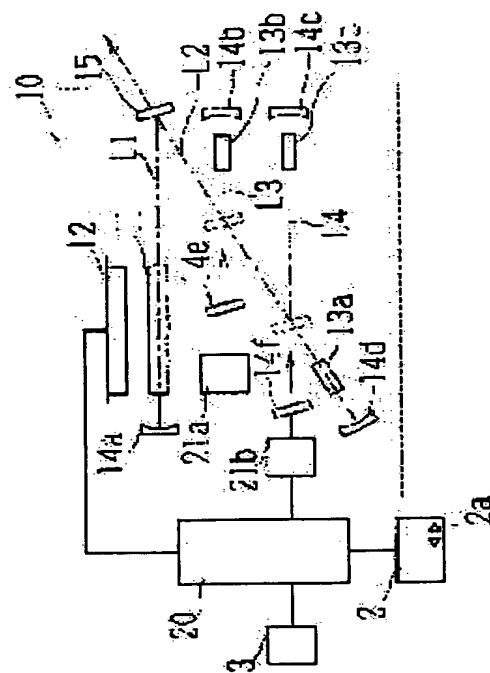
Priority number : 2000269883 Priority date : 01.09.2000 Priority country : JP

54) LASER EQUIPMENT

57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide laser equipment which can effectively output a plurality of laser beams which are different in wavelength while alignment precision is easily ensured when wavelength is changed.

SOLUTION: Laser equipment which can output a plurality of laser beams which are different in wavelength is provided with an exciting light source, solid-state laser medium which outputs a plurality of peak wavelengths by a beam from the exciting light source, a first resonance optical system which is used for oscillating a second harmonic wave having a first peak wavelength out of peak wavelengths outputted from the solid-state laser medium, as a first laser beam, a movable reflecting mirror which is inserted in and extracted from a part between the solid-state laser medium arranged in the first resonance optical system and a first wavelength converting element, and a second resonance optical system which commonly uses a resonance optical path on the solid-state laser medium side in the first resonance optical system by inserting the movable reflecting mirror in the optical path and is used for oscillating a second harmonic wave having a second peak wavelength which is different from the first peak wavelength outputted from the solid-state laser medium, as a second laser beam.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
 examiner's decision of rejection or application converted
 registration]

[Date of final disposal for application]

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

Claim(s)]

Claim 1] The laser beam of the wavelength from which plurality differs is set to the laser equipment in which outgoing radiation is possible. The excitation light source, While resonating the 1st peak wavelength of the peak wavelength emitted from the solid-state-laser medium which emits two or more peak wavelength by the light from this excitation light source, and this solid-state-laser medium The 1st resonance optical system with the 1st wave sensing element for oscillating the second harmonic of the 1st peak wavelength as the 1st laser beam, The movable reflective mirror the optical path between said solid-state-laser media and 1st wave sensing elements which have been arranged at this 1st resonance optical system inserts [mirror], While sharing the resonance optical path by the side of said solid-state-laser medium in said 1st resonance optical system by insertion to the optical path of this movable reflective mirror Laser equipment characterized by having the 2nd resonance optical system with the 2nd wave sensing element for oscillating the second harmonic of the 2nd different peak wavelength from said 1st peak wavelength emitted from a solid-state-laser medium as the 2nd laser beam.

Claim 2] Laser equipment characterized by having arranged the output mirror which has the property which penetrates the wavelength of said 1st laser beam and the 2nd laser beam while reflecting said 1st and 2nd peak wavelength in the laser equipment of claim 1 in the optical path of the 1st resonance optical system shared with said 2nd resonance optical system.

Claim 3] It is laser equipment characterized by said solid-state-laser medium using the crystal of Nd:YAG in the laser equipment of claim 2.

Claim 4] The laser beam of the wavelength from which plurality differs is set to the laser equipment in which outgoing radiation is possible. The excitation light source, While having the resonance mirror of the couple which resonates the 1st peak wavelength of the peak wavelength emitted from the solid-state-laser medium which emits two or more peak wavelength by the light from this excitation light source, and this solid-state-laser medium The 1st resonance optical system with the 1st wave sensing element for oscillating the second harmonic of the 1st peak wavelength as the 1st laser beam, The movable reflective mirror which is a movable reflective mirror put on the 1st location and 2nd location possible [a change] in the optical path between said solid-state-laser media and 1st wave sensing elements, and constitutes said 1st resonance optical system when switched to the 1st location, While sharing the resonance optical path by the side of said solid-state-laser medium of said 1st resonance optical system When said movable reflective mirror is switched to the 2nd location The second harmonic of the resonance mirror which is the 2nd resonance optical system by which the resonance optical path of dedication was formed in the reflective direction, and resonates the 2nd different peak wavelength from said 1st peak wavelength emitted to this exclusive optical path from said solid-state-laser medium, and said 2nd peak wavelength is made into the 2nd laser beam. Laser equipment characterized by having the 2nd resonance optical system by which the 2nd wave sensing element for oscillating has been arranged.

[Claim 5] It is laser equipment characterized by to be established the exclusive optical path of said 1st and 2nd resonance optical system, respectively in the reflective direction of said actuation reflective mirror in which it is the movable reflective mirror switched to said the 1st location and 2nd location, and a location is switched by this migration by being moved said movable reflective mirror in the laser equipment of claim 4 in the direction of said solid-state-laser medium of a resonance optical axis.

[Claim 6] the laser equipment to which said movable reflective mirror is the movable reflective mirror switched to said the 1st location and 2nd location by rotating to the circumference of the shaft of the shaft which intersects perpendicularly with the resonance optical axis of said solid-state-laser medium in the laser equipment of claim 4, and location is characterized in the reflective direction of a change ***** actuation reflective mirror by this revolution by ***** in which the exclusive optical path of said 1st and 2nd resonance optical system is prepared, respectively.

[Claim 7] In the laser equipment of claim 4, when the resonance optical path of said 1st resonance optical system

inserts, said movable reflective mirror. It is the movable reflective mirror switched to said the 1st location and 2nd location. Laser equipment characterized by forming the exclusive optical path of said 2nd resonance optical system in the reflective direction when said 1st resonance optical system is constituted when removed from the resonance optical path of said 1st resonance optical system, and a movable reflective mirror is inserted in the resonance optical path of said 1st resonance optical system.

Claim 8] Laser equipment characterized by having arranged the output mirror which has the property which penetrates the wavelength of said 1st laser beam and the 2nd laser beam while reflecting said 1st and 2nd peak wavelength in which laser equipment of claims 4-7 in the optical path between said solid-state-laser medium and said actuation reflective mirror.

Translation done.]

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2. **** shows the word which can not be translated.
- 3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

Detailed Description of the Invention]

[0001]

Field of the Invention] This invention relates to the laser equipment which can choose the laser beam of two or more wavelength, and can be oscillated.

[0002]

Description of the Prior Art] Argon die laser with the wavelength of a laser beam strange good as laser equipment in which outgoing radiation is possible, the krypton laser of multi-wave length, etc. are known in the laser beam of the wavelength from which plurality differs. These are used in various fields, such as the medical fields, such as an ophthalmology operation from which the wavelength for which it is suitable for the affected part or the therapy object differs. For example, in an ophthalmology operation, the disease (affected part) which changes with differences in wavelength (color) centering on a visible range is treated, and when using every different green wavelength (color) simultaneous with red depending on a disease (affected part), switching, it is convenient for a certain reason that the outgoing radiation of the wavelength from which plurality differs with one equipment can be carried out. By the way, the wavelength adjustable laser therapeutic device mentioned above is a gas or die laser, and since there are many problems -- that a laser tube is a short life, needing great power, and equipment is enlarged -- the laser equipment by solid state laser in which a multi-wavelength oscillation is possible is studied. Wavelength selection components, such as prism and a grating, are conventionally inserted into a resonator in such a background, and the method of performing wavelength selection is proposed. Moreover, there are some to which outgoing radiation of two or more laser beams is carried out by switching an output mirror on a resonance optical axis so that it may be indicated by JP,10-65238,A.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when choosing wavelength by insertion of the former prism etc., the loss in a resonator becomes comparatively large and the conversion efficiency from excitation light to a laser beam becomes low. A high precision is required of the prism itself, its arrangement location, etc. further again. Moreover, in the approach of switching the latter output mirror, in the case of the laser equipment which is made to oscillate a second harmonic and obtains the laser beam of many wavelength, the number of optics which need exchange, such as a non-line type crystal, an output mirror, etc. for obtaining a second harmonic, increases, and there is also a problem that reservation of the alignment precision of each optic at the time of resonance is difficult.

[0004] This invention makes it a technical technical problem to offer the laser equipment in which outgoing radiation is possible for the laser beam of the wavelength from which plurality differs efficiently, making easy reservation of the alignment precision at the time of a wavelength change in view of the above-mentioned trouble.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, it is characterized by equipping this invention with the following configurations.

[0006] (1) Set the laser beam of the wavelength from which plurality differs to the laser equipment in which outgoing radiation is possible. While resonating the 1st peak wavelength of the peak wavelength emitted from the excitation light source, the solid-state-laser medium which emits two or more peak wavelength by the light from this excitation light source, and this solid-state-laser medium The 1st resonance optical system with the 1st wave sensing element for oscillating the second harmonic of the 1st peak wavelength as the 1st laser beam, The movable reflective mirror the optical path between said solid-state-laser media and 1st wave sensing elements which have been arranged at this 1st resonance optical system inserts [mirror], While sharing the resonance optical path by the side of said solid-state-laser medium in said 1st resonance optical system by insertion to the optical path of this movable reflective mirror It is characterized by having the 2nd resonance optical system with the 2nd wave sensing element for oscillating the second

armonic of the 2nd different peak wavelength from said 1st peak wavelength emitted from a solid-state-laser medium as the 2nd laser beam.

- 2) In the laser equipment of (1), it is characterized by having arranged the output mirror which has the property which penetrates the wavelength of said 1st laser beam and the 2nd laser beam while reflecting said 1st and 2nd peak wavelength in the optical path of the 1st resonance optical system shared with said 2nd resonance optical system.
- 3) In the laser equipment of (2), it is characterized by said solid-state-laser medium using the crystal of Nd:YAG.
- 4) Set the laser beam of the wavelength from which plurality differs to the laser equipment in which outgoing radiation is possible. While having the resonance mirror of the couple which resonates the 1st peak wavelength of the peak wavelength emitted from the excitation light source, the solid-state-laser medium which emits two or more peak wavelength by the light from this excitation light source, and this solid-state-laser medium The 1st resonance optical system with the 1st wave sensing element for oscillating the second harmonic of the 1st peak wavelength as the 1st laser beam, The movable reflective mirror which is a movable reflective mirror put on the 1st location and 2nd location is possible [a change] in the optical path between said solid-state-laser media and 1st wave sensing elements, and constitutes said 1st resonance optical system when switched to the 1st location, While sharing the resonance optical path by the side of said solid-state-laser medium of said 1st resonance optical system When said movable reflective mirror is switched to the 2nd location The second harmonic of the resonance mirror which is the 2nd resonance optical system by which the resonance optical path of dedication was formed in the reflective direction, and resonates the 2nd different peak wavelength from said 1st peak wavelength emitted to this exclusive optical path from said solid-state-laser medium, and said 2nd peak wavelength is made into the 2nd laser beam. It is characterized by having the 2nd resonance optical system by which the 2nd wave sensing element for oscillating has been arranged.
- 5) Said movable reflective mirror is a movable reflective mirror switched to said the 1st location and 2nd location by being moved in the direction of a resonance optical axis of said solid-state-laser medium, and it is characterized by to establish the exclusive optical path of said 1st and 2nd resonance optical system in the reflective direction of said actuation reflective mirror in which a location is switched by this migration, respectively in the laser equipment of (4).
- 6) said movable reflective mirror is the movable reflective mirror switched to said the 1st location and 2nd location by rotating to the circumference of the shaft of the shaft which intersects perpendicularly with the resonance optical axis of said solid-state-laser medium, and a location is characterized in the reflective direction of a change ***** actuation reflective mirror by this revolution in the laser equipment of (4) by ***** in which the exclusive optical path of said 1st and 2nd resonance optical system is prepared, respectively.
- 7) In the laser equipment of (4), when the resonance optical path of said 1st resonance optical system inserts, said movable reflective mirror It is the movable reflective mirror switched to said the 1st location and 2nd location. When removed from the resonance optical path of said 1st resonance optical system, said 1st resonance optical system is constituted, and when a movable reflective mirror is inserted in the resonance optical path of said 1st resonance optical system, it is characterized by forming the exclusive optical path of said 2nd resonance optical system in the reflective direction.
- 8) (4) In which laser equipment of - (7), it is characterized by having arranged the output mirror which has the property which penetrates the wavelength of said 1st laser beam and the 2nd laser beam while reflecting said 1st and 2nd peak wavelength in the optical path between said solid-state-laser medium and said actuation reflective mirror.

[0007]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 is the external view of the laser photocoagulator for ophthalmology which uses a slit lamp. Drawing 2 is the optical system and the control-system schematic diagram of equipment.

[0008] 1 is a body of laser equipment and a part of light guide optical system for carrying out the light guide of the laser oscillator 10 and laser beam which are mentioned later to the affected part of a patient eye, and irradiating them, and control-section 20 grade are contained. 2 is the control section of equipment and the various switches for carrying out the setting-out input of wavelength selecting-switch 2a and the laser radiation conditions which choose the wavelength of a laser beam are formed. 3 is a foot switch for sending the trigger signal of laser radiation.

[0009] 4 is a slit lamp and it has a part of observation optical system for observing a patient eye, and light guide optical system. 5 is a fiber for carrying out the light guide of the laser beam from a body 1 to the slit lamp 4. 6 is a stand for moving the slit lamp 4 up and down.

[0010] drawing 2 -- it is, and 10 is a laser oscillator and the interior is equipped with the Nd:YAG crystal (only henceforth a rod) 11 which is a solid-state-laser medium, the semiconductor laser (only henceforth LD (Laser Diode)) 12 which is the excitation light source, the nonlinear crystal (only henceforth NLC (Non Linear Crystal)) 13a-13c which is a wavelength converter, total reflection mirrors (only henceforth HR (High Reflector)) 14a-14f, and the output mirror

5. In addition, as nonlinear crystal, a KTP crystal, an LBO crystal, a BBO crystal, etc. are usable, and the KTP crystal is used with this operation gestalt.

[0011] A Nd:YAG crystal emits light with two or more oscillation lines (peak wavelength) of a near-infrared region by the excitation light from the excitation light source. So, with the equipment of this operation gestalt, outgoing radiation of the with a colors (about 532nm (green), about 561nm (yellow), and about 659nm (red)) of three laser beam is carried out by generating the second harmonic in the oscillation line which is three which are about 1064nm with a high output, about 1123nm, and about 1319nm among two or more oscillation lines using nonlinear crystal.

[0012] HR14a is prepared in the end of the optical path of the optical axis L1 with which a rod 11 is arranged, and the output mirror 15 leans only a predetermined include angle to the other end, and is prepared in it. Although HR14a has the property of total reflection to the wavelength of 1064nm - 1319nm, it may not restrict to this and you may have the property that the wavelength of the infrared region containing the wavelength of 1064nm, 1123nm, and 1319nm is reflected widely. The output mirror 15 has the property which penetrates 532nm - 659nm while carrying out total reflection of the wavelength of 1064nm - 1319nm. On the optical axis L2 of the reflective direction of the output mirror 15, NLC13a and HR14d are fixed and it is prepared. To the wavelength of 1319nm, NLC13a is arranged so that the wavelength of 659nm which is the second harmonic may be generated. HR14d has the property of total reflection to 1319nm and 659nm. Namely, what is necessary is just to give the reflection property which carries out total reflection on the 1319nm of the oscillation line of a Nd:YAG crystal, and enlarges the reflective loss of wavelength with gain higher than it to HR14d for oscillating a 659nm laser beam, while carrying out total reflection of the 659nm.

[0013] It is possible to carry out outgoing radiation of the 659nm of the second harmonic which the 1st resonance optical system which has the resonator structure of a couple where HR14d on HR14a of an optical axis L1 and an optical axis L2 counters on both sides of a rod 11, by such optical arrangement is constituted, and is generated by NLC13a from the output mirror 15, without being prevented with a rod 11.

[0014] Between the output mirror 15 on an optical axis L2, and NLC13a, HR14e is arranged possible [insertion and detachment]. HR14e has the property of total reflection to 1064nm and 532nm. On the optical axis L3 of the reflective direction of HR14e, NLC13b and HR14b are prepared fixed. To the wavelength of 1064nm, NLC13b is arranged so that the wavelength of 532nm which is the second harmonic may be generated. HR14b has the property of total reflection to 1064nm and 532nm as well as 14e. That is, it has the property which carries out total reflection of at least 532nm and the 1064nm in HR14b for oscillating a 532nm laser beam.

[0015] When HR14e is inserted on an optical axis L2 by such optical arrangement, HR14a of the 1st resonance optical system, a rod 11, and the output mirror 15 are shared, and the 2nd resonance optical system from which HR14a and HR14b become the resonator of a couple on both sides of a rod 11 is constituted.

[0016] Between the locations and NLC13a which insert [e / HR14] on an optical axis L2, HR14f is arranged possible [insertion and detachment]. HR14f has the property of total reflection to 1123nm and 561nm. On the optical axis L4 of the reflective direction of HR14f, NLC13c and HR14c are prepared fixed. To the wavelength of 1123nm, NLC13c is arranged so that 561nm which is the second harmonic may be generated. HR14c has the property of total reflection to 1123nm and 561nm as well as HR14f. Namely, what is necessary is just to give the reflection property which carries on total reflection of the 1123nm of the oscillation line of a Nd:YAG crystal, and enlarges the reflective loss of wavelength with gain higher than it to HR14c (HR14f) for oscillating a 561nm laser beam, while carrying out total reflection of the 561nm.

[0017] When HR14f is inserted on an optical axis L2 by such optical arrangement, HR14a of the 1st resonance optical system, a rod 11, and the output mirror 15 are shared, and the 3rd resonance optical system from which HR14a and HR14c become the resonator of a couple on both sides of a rod 11 is constituted.

[0018] The control section by which 20 controls each part of equipment based on the signal from the control section 2, a foot switch 3, and 21a and 21b are driving gears which consist of a motor etc., you insert [e / HR14] on an optical axis L2, and driving gear 21b makes it insert [a / driving gear 21 / f / HR14] on an optical axis L2 in drawing 2, respectively

[0019] In order to have the above configurations, when changing each resonance optical system which has resonator structure, migration etc. does not have to carry out other optical members that what is necessary is just to insert [HR / 14e and 14f]. For this reason, the alignment gap by migration of an optical member can be suppressed to the minimum. Moreover, since the die length between each resonator can be designed freely in such a configuration, arrangement (die length between resonators) of the optical system in which an efficient oscillation is possible can be set up easily the whole resonator.

[0020] In addition, although it drew so that insertion and detachment of HR14e by driving gears 21a and 21b and HR14f might be moved in an optical axis L3 and the L4 direction in drawing 2, respectively, as for this, it is desirable to make

it move in the direction which intersects perpendicularly with the space of drawing 2 . In this case, it becomes possible to secure alignment precision, without being influenced by the precision of the migration location of HR14e and HR14f.

[0021] Next, based on the above configuration, the approach of carrying out outgoing radiation of the laser beam of the wavelength from which plurality differs is explained.

[0022] The <outgoing radiation approach of 659nm laser beam> way person makes the color (wavelength) of the laser beam used for an operation red (659nm) by wavelength selecting-switch 2a. At the time of red selection, HR14e and HR14f are placed out of an optical axis L2. Outgoing radiation control of a laser beam uses a foot switch 3, and is performed by giving the trigger signal of outgoing radiation to a control section 20.

[0023] If a trigger signal is received, a control section 20 will carry out the seal of approval of the current to LD12, and will excite a rod 11 by LD12. In addition, AR (Anti Reflective) coating is performed to the ends side of the Nd:YAG crystal which is a rod 11 so that permeability may be raised to 1064nm, 1123nm, and 1319nm.

[0024] If a rod 11 is excited, between HR14a and HR14d, 1319nm light will resonate and wavelength conversion will be carried out by NLC13a further arranged on an optical axis L2 at the 659nm light which is the 2nd higher harmonic. The obtained 659nm laser beam penetrates the output mirror 15, and a light guide is carried out to a fiber 5. And it irradiates towards a patient eye from exposure opening of the slit lamp 4.

[0025] The <outgoing radiation approach of 532nm laser beam> way person makes the color (wavelength) of the laser beam used for an operation green (532nm) by wavelength selecting-switch 2a. A control section 20 makes driving gear 21a drive, and locates HR14e on an optical axis L2 (refer to drawing 3). Moreover, by the trigger signal from a foot switch 3, a control section 20 carries out the seal of approval of the current to LD12, and excites a rod 11.

[0026] If a rod 11 is excited, between HR14a and HR14b, 1064nm light will resonate and wavelength conversion will be carried out by NLC13b further arranged on an optical axis L3 at the 532nm light which is the 2nd higher harmonic. The obtained 532nm laser beam penetrates the output mirror 15, and a light guide is carried out to a fiber 5. And it irradiates towards a patient eye from exposure opening of the slit lamp 4.

[0027] The <outgoing radiation approach of 561nm laser beam> way person makes the color (wavelength) of the laser beam used for an operation yellow (561nm) by wavelength selecting-switch 2a. A control section 20 makes driving gear 21b drive, and locates HR14f on an optical axis L2 (when the wavelength of 532nm is chosen by the last outgoing radiation at this time, HR14e is evacuated from on an optical axis L2). Moreover, by the trigger signal from a foot switch 3, a control section 20 carries out the seal of approval of the current to LD12, and excites a rod 11.

[0028] If a rod 11 is excited, between HR14a and HR14c, 1123nm light will resonate and wavelength conversion will be carried out by NLC13c further arranged on an optical axis L4 at the 561nm light which is the 2nd higher harmonic. The obtained 561nm laser beam penetrates the output mirror 15, and a light guide is carried out to a fiber 5. And it irradiate towards a patient eye from exposure opening of the slit lamp 4.

[0029] As mentioned above, a with a different wavelength (659nm (red), 532nm (green), and 561n (yellow)) laser bear is obtained. Here, in the reflection property of HR14d for oscillating a 659nm laser beam, it is desirable about the oscillation line by the side of the short wavelength of 1123nm or less with gain higher than 1319nm of the oscillation line of a Nd:YAG crystal to consider as 50% or less of reflection factor. About a 1064 morenm oscillation line, it is desirable to consider as 20% or less of reflection factor.

[0030] Similarly, in the reflection property of HR14c (HR14f) for oscillating a 561nm laser beam, it is desirable about the oscillation line by the side of the short wavelength of 1115.9 or less nm with gain higher than 1123nm of the oscillation line of a Nd:YAG crystal to consider as 50% or less of reflection factor. About a 1064 morenm oscillation line, it is desirable to consider as 20% or less of reflection factor. In addition, what is necessary is to arrange the wavelength selection components 30, such as an etalon, between NLC13c and HR14f, as shown in drawing 4 , and just to constitute 1123nm possible [ejection] selectively, when it is not easy to establish the difference of a reflection factor by the reflection property of HR14c to 1123nm since 1115.9 nm of the oscillation lines of a Nd:YAG crystal is near in wavelength.

[0031] Although he is trying to constitute the 2nd and 3rd resonance optical system from an operation gestalt explained above by inserting a total reflection mirror (HR14e, HR14f) in the optical path of the 1st resonance optical system, the change which does not restrict to this and is shown in drawing 5 and drawing 6 is also possible.

[0032] First, the example of a change of drawing 5 is explained. What has attached the sign shown by drawing 1 and drawing 4 and the same sign has this function, and explanation is omitted.

[0033] It is a total reflection mirror (HR) with the same reflection property as HR14a, and 14g is arranged with the predetermined include angle on the shaft L2. Moreover, HR14g can move now in a shaft L2 top by driving gear 21c which consists of driving means (for example, pulse motor etc.) which can detect the amount of actuation. For this

reason, the resonance optical system for making the laser beam of wavelength which is [reflector / that] different by making it located, respectively in HR14g on the intersection of shafts L3, L4, and L5 and a shaft L2 output can be constituted, respectively. That is, when the reflector of HR14g is located in the intersection location of a shaft L2 and a shaft L5, the resonance optical system used as the resonance mirror of the couple located on both sides of rod 11 grade by HR14a and HR14d is constituted, and the laser beam which is 659nm is obtained. When the reflector of HR14g is located in the intersection location of a shaft L2 and a shaft L4, the resonance optical system which obtains 561nm is constituted. the resonance optical system which obtains 532nm when the reflector of HR14g is located in the intersection location of a shaft L2 and a shaft L3 -- **** -- last ** The optical path of the shafts L3, L4, and L5 which exist in the reflective direction of a shaft L2 is made into the resonance optical path of dedication, respectively.

[0034] Moreover, in the optical system shown in drawing 5, both the shafts L3, L4, and L5 are set up so that it may be parallel (arrangement). Therefore, what is necessary is just to move [centering on a shaft L2 top], without changing the installation include angle of HR14g, when constructing the resonator in each wavelength respectively using HR14g. For this reason, it becomes easy to secure [of alignment precision] reservation of alignment precision that what is necessary is to take care only about the migration on a shaft.

[0035] In addition, 22a and 22b are a limit sensor for determining the location used as migration criteria of HR14g while detecting the motion limit community of HR14g. In order to form a resonator, when carrying out actuation control of the location of HR14g, once a control section 20 moves HR14g to the power up of laser equipment using driving gear 21c to the location detected in limit sensor 22a (or 22b), it makes the location a criteria location. Only the amount of actuation beforehand determined to the location (intersection of a shaft L2 and shaft L3-5) where the wavelength of the laser beam chosen is outputted moves HR14g.

[0036] Furthermore, after moving HR14g to the location where the wavelength of the laser beam chosen as mentioned above is outputted to improve outgoing radiation effectiveness of a laser beam, a sensor without the graphic display prepared in the output side of the output mirror 15 detects the output of a laser beam. Next, HR14g is made to move slightly forward and backward in accordance with a shaft L2, and HR14g is moved to a location where the output of a laser beam is most highly detected by the sensor. The outgoing radiation of a thereby still more efficient laser beam becomes possible. Moreover, the sensor which detects the output of a laser beam should just use the sensor formed in equipment from the former for output detection of laser equipment.

[0037] Drawing 6 is the change of the angular position of one total reflection mirror, and shows the optical system for carrying out outgoing radiation of the laser beam of three different wavelength. What has attached the sign shown with the above-mentioned operation gestalt here and the same sign has this function, and explanation is omitted.

[0038] It is the driving gear which consists of driving means (for example, pulse motor etc.) which can detect the amount of actuation, and revolution actuation of a total reflection mirror (HR) with the 14h of the same reflection properties as HR14a and the 21d of the HR14h can be carried out at the circumference of the shaft of the shaft (shaft vertical to space as point A) which intersects perpendicularly with a shaft L2. Control of the amount of actuation of 21c of driving gears is performed by the control section 20. In drawing 6, each shafts L3, L4, and L5 are set up so that it may cross at the intersection A on a shaft L2 altogether, and the reflector of HR14h is located in the location of this intersection A. When the angular position of the reflector of HR14g is switched, the optical path of the shafts L3, L4, and L5 located in the reflective direction is made into the resonance optical path of dedication, respectively.

[0039] In order to form respectively the resonance optical system for carrying out outgoing radiation of the laser beam of each wavelength, when carrying out actuation control of the location of HR14h, revolution actuation of the HR14h is carried out to the angular position needed since a control section 20 outputs the wavelength of the laser beam chosen by making the location into the criteria angular position after returning HR14g to the power up of laser equipment at the predetermined angular position using 21d of driving gears. That is, when the angular position of the reflector of HR14g is made in agreement [a change and the reflective direction of a shaft L2] with a shaft L5, the resonance optical system from which HR14a and HR14d serve as a resonator of a couple on both sides of rod 11 grade is constituted, and the laser beam which is 659nm is obtained. the resonance optical system which obtains 561nm when it is made in agreement [the reflective direction of a shaft L2] with a shaft L4 -- **** -- last ** the resonance optical system which obtains 532nm when it is made in agreement [the reflective direction of a shaft L2] with a shaft L3 -- **** -- last ** In addition, what is necessary is to use the limit sensor mentioned above and just to detect the angular position of HR14h, in order to double HR14h with the predetermined angular position (criteria angular position).

[0040] Furthermore, what is necessary is to use the sensor which detects the output of a laser beam, as mentioned above and just to tune HR14h finely at a location include angle at which the output of a laser beam is detected most highly to improve outgoing radiation effectiveness of a laser beam.

[0041] With the operation gestalt explained above, although three waves are made into selection and the thing which

carries out outgoing radiation, it does not restrict to this, and it can choose and outgoing radiation of two or more wavelength, such as two waves and four etc. waves, can be carried out. Moreover, what is necessary is just to set each resonance optical system which consists of HR14a, HR14b and HR14a, HR14c and HR14a, and HR14d as the die length of the optical arrangement for which it was suitable for every wavelength, respectively.

0042]

Effect of the Invention] As mentioned above, since the optical member made to drive at the time of wavelength selection was stopped to the minimum according to this invention, an alignment gap is controlled. Moreover, since it is not necessary to arrange prism etc. in a resonator, the outgoing radiation effectiveness of a laser beam is high. Furthermore, the die length of the optical arrangement between the resonators which were suitable for every wavelength can be set up respectively.

Translation done.]

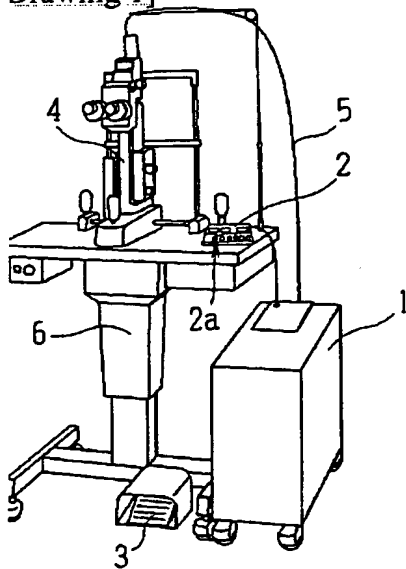
NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

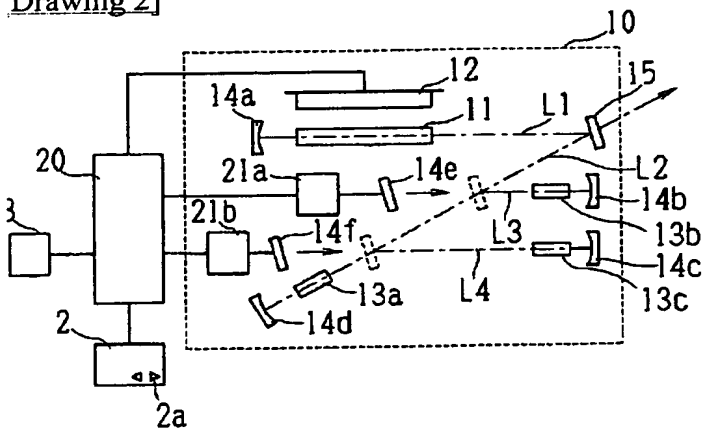
.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 .**** shows the word which can not be translated.
 .In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

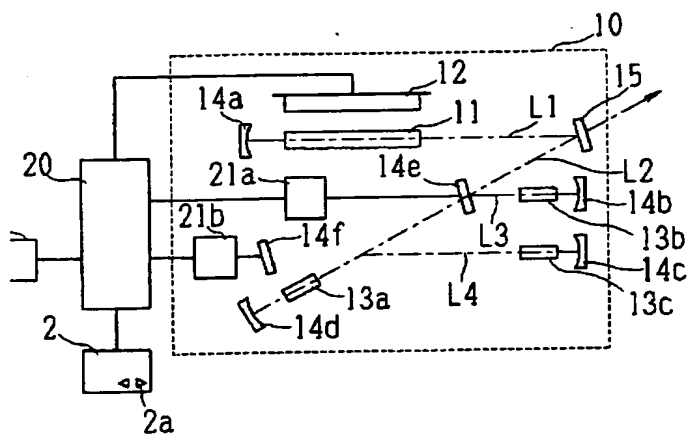
Drawing 1]



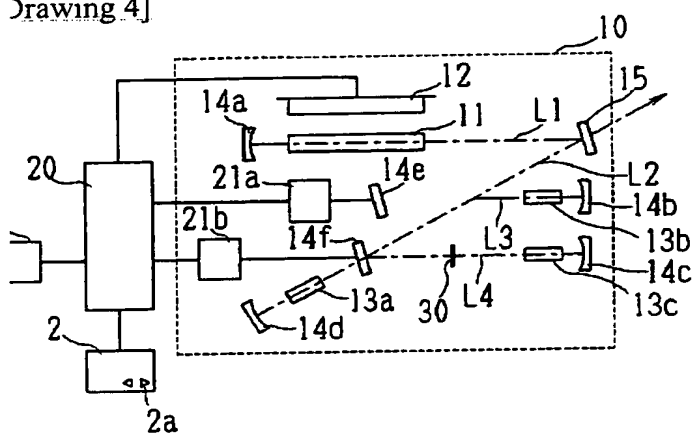
Drawing 2]



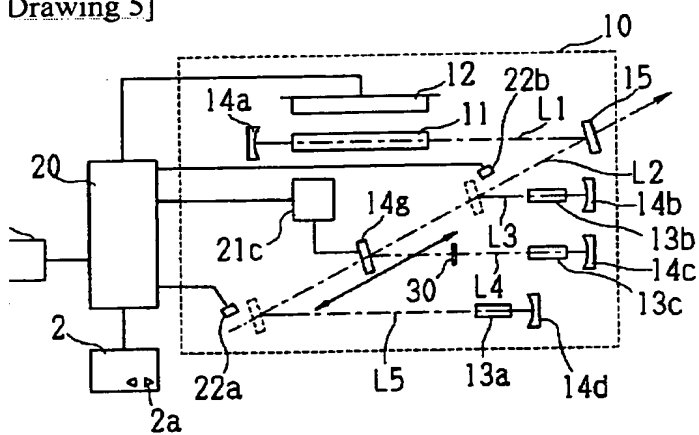
[Drawing 3]



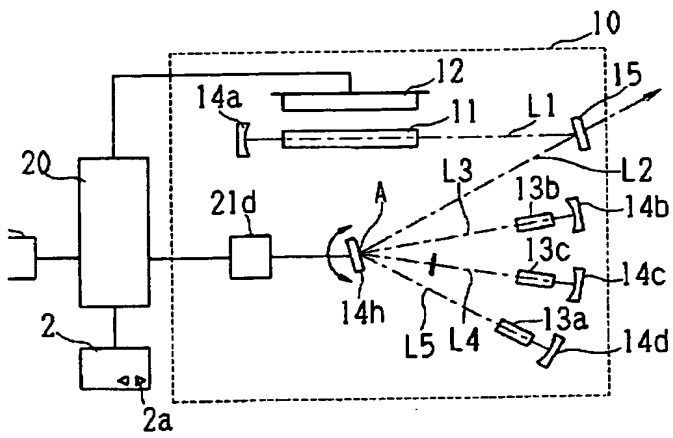
Drawing 4]



Drawing 5]



Drawing 6]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.